

МЕТОДЫ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ОСИ ДИФфуЗНО ОТРАЖЕННОГО ЛАЗЕРНОГО ПУЧКА

Т. А. Железнякова¹, В. А. Базылевич¹, А. А. Рыжевич², С. В. Солоневич²

¹ Белорусский государственный университет, Минск

² Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Минск

E-mail: zhelez@bsu.by; a.ryzhevich@dragon.bas-net.by

Для решения некоторых профилометрических задач необходимо определять положение оптической оси лазерного пучка, отраженного от поверхности объекта. При хорошем качестве отражающей поверхности и лазерного пучка, распределение интенсивности в сечении которого хорошо описывается функцией Гаусса, это не представляет большой трудности, поскольку максимум интенсивности соответствует местонахождению оси. Однако при диффузном отражении от неполированной, шероховатой поверхности по причине высокой степени когерентности лазерного излучения распределение интенсивности в поперечном сечении диффузно отраженного светового пучка представляет собой множество небольших по размеру световых пятен – спеклов, каждый из которых имеет не менее одного локального максимума интенсивности. Сделав аппроксимацию распределения интенсивности двумерной функцией Гаусса, например с помощью встроенных инструментов программы Origin 8.0, можно достаточно точно определить положение оси диффузно отраженного пучка. Такой метод может быть использован даже тогда, когда ось пучка выходит за границы чувствительного элемента CCD-камеры. Отчёт программы о результатах аппроксимации содержит средние значения всех коэффициентов в аппроксимирующей функции, стандартные ошибки этих величин, а также сведения о пригодности полученной функции для описания этих конкретных данных. Аппроксимация интенсивности пучка двумерной функцией Гаусса является очень информативным методом, однако требует значительных затрат времени (не менее 16 мин на кадр 768 x 576 для процессора i5-4460, 3.20 ГГц), что неприемлемо для определения положения оси отраженного пучка при сканировании поверхностей в реальных условиях производства или в ремонтных мастерских. Это обстоятельство стало поводом для поиска более быстрых методов определения местоположения оси диффузно отраженного пучка.

Более быстрым методом является аппроксимация распределения интенсивности одномерными функциями Гаусса с помощью встроенных инструментов программного пакета MatLab R2013a (менее 1 с на кадр). Исходный графический файл сохраняется в виде матрицы значений, про-

порциональных освещенности каждого пиксела CCD-камеры. Для определения x -координаты центра пучка x_c производится суммирование элементов в каждом столбце матрицы по отдельности, результатом суммирования является вектор-строка. Далее производится аппроксимация значений данного вектора одномерной функцией Гаусса с помощью встроенных инструментов пакета MatLab R2013a. Из возвращаемого программой объекта извлекается информация о значении x_c и прочих параметрах. Аналогичные действия проводятся для определения y -координаты центра пучка y_c , разница только в том, что на этот раз суммирование элементов матрицы производится отдельно для каждой строки (вектор-столбец в результате). Для оперативной верификации значения аппроксимирующей функции выводятся на один график с экспериментальными данными (см. рис. 1).

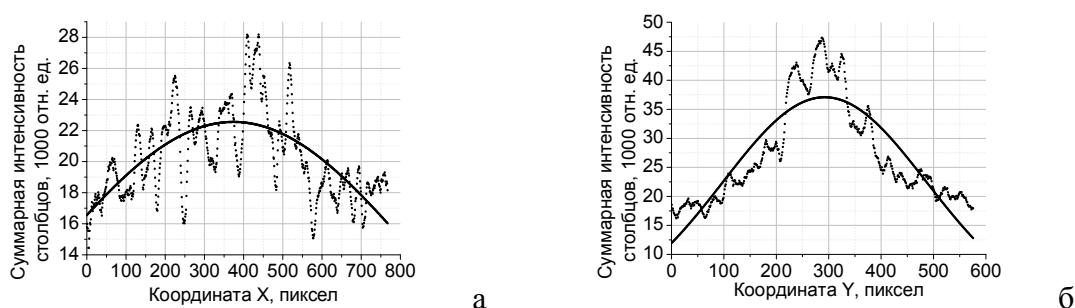


Рис. 1. Одномерные функции Гаусса, построенные в MatLab R2013a:
а – по координате X ; б – по координате Y

Конечно, при реализации такого метода почти полностью теряется информация о геометрических размерах пучка, его эллиптичности, однако скорость реализации второго метода гораздо выше, чем первого.

Для интерактивного определения положения центра отражённого пучка оказалось наиболее целесообразным использовать метод поиска центра интенсивностей, аналогичный методу поиска центра масс плоской фигуры. Процедура обнуления сигнала при недостижении порога значимости позволяет сократить до необходимого минимума время вычислений (менее 0,1 с на кадр), благодаря чему становится возможным производить различного рода измерения в реальном режиме времени.

Результаты, полученные с помощью всех трех методов близки друг к другу, поэтому выбор одного из них для конкретной работы определяется требованиями к скорости и информативности метода. Все указанные методы могут применяться в сканирующей профилометрии для определения отклонения плоских шероховатых металлических поверхностей от прямолинейной образующей.